

12

**LES LAITS
DE LA RÉGION D'AMBERT**

(PUY-DE-DOME)

et quelques points spéciaux de l'analyse des laits

LES LAITS DE LA RÉGION D'AMBERT

(PUY-DE-DOME)

et quelques points spéciaux de l'analyse des laits

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le Juillet 1919

PAR

L. SOUTEYRAND

Pharmacien de 1^{re} Classe

Pour obtenir le Diplôme de Docteur de l'Université de Montpellier

(MENTION PHARMACIE)

JURY : { MM. ASTRE, Professeur, *Président*.
IMBERT, Professeur.
TARBOURIECH, Agrégé. } *Assesseurs.*



MONTPELLIER
IMPRIMERIE L'ABEILLE, COOPÉRATIVE OUVRIÈRE
14, Avenue de Toulouse, 14

1919



ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

ADMINISTRATION

MM. G. MASSOL (I. P. ☉).....	<i>Directeur.</i>
F. JADIN (I. P. ☉).....	<i>Assesseur.</i>
E. IZARD (I. P. ☉).....	<i>Secrétaire.</i>
H. GOT (I. P. ☉).....	<i>Secrétaire honoraire.</i>

PROFESSEURS

MM. L. COURCHET (I. P. ☉).....	<i>Histoire naturelle des médicaments. Botanique.</i>
G. MASSOL (I. P. ☉).....	<i>Physique.</i>
Ch. ASTRE (I. P. ☉).....	<i>Chimie générale.</i>
N.....	<i>Matière médicale.</i>
F. JADIN (I. P. ☉).....	<i>Pharmacie.</i>
H. IMBERT (I. P. ☉).....	<i>Chimie analytique et Toxicologie.</i>
H. FONZES-DIACON (I. P. ☉)...	<i>Chimie minérale.</i>
A. ASTRUC (I. P. ☉).....	<i>Pharmacie galénique industrielle.</i>

CHARGÉS DE COURS

MM. H. IMBERT (I. P. ☉).....	<i>Toxicologie.</i>
P.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉)	<i>Chimie biologique.</i>
	<i>Chimie organique.</i>
M.-A. FAUCON (A. ☉).....	<i>Hydrologie.</i>
	<i>Hygiène.</i>
A. JUILLET (A. ☉).....	<i>Zoologie. Botanique cryptogamique.</i>
MOYE, prof. Fac. Droit (I. P. ☉)..	<i>Législation pharmaceutique.</i>

AGRÉGÉS

MM. L. GAUCHER (I. P. ☉).
P.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉).
A. FAUCON (A. ☉).
A. JUILLET (A. ☉).

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. M.-A. FAUCON (A. ☉).....	<i>Physique.</i>
A. JUILLET (A. ☉).....	<i>Histoire naturelle.</i>
FARRÉ (A. ☉).....	<i>Chimie et Pharmacie.</i>

NOTA. — L'École de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A LA MÉMOIRE DE MES PARENTS

A MA FEMME

A MES ENFANTS

L. SOUTEYRAND.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TARBOURIECH

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

L. SOUTEYRAND.

AVANT-PROPOS

Qu'il nous soit permis de remercier M. le professeur Tarbouriech qui nous donna le sujet de notre thèse. Grâce à ses encouragements et à ses conseils, à sa bienveillance, nous avons pu entreprendre et terminer ce travail. Nous le prions d'agréer le témoignage de notre sincère reconnaissance et de notre vive gratitude.

Celle-ci va encore à notre confrère et ami Louis Dupuy, docteur en pharmacie, qui, à notre retour des armées, nous a facilité la reprise de nos travaux, nous a donné le goût des études scientifiques dont trente mois d'occupations militaires nous avaient éloigné. Grâce à lui, le laboratoire de la place du Puy fut pendant douze mois une ruche laborieuse où le pharmacien démontra une fois encore la grande utilité de sa collaboration scientifique avec le Corps médical.

Un souvenir reconnaissant aux amis et confrères Claude Rousson, Desfemmes, Virmaux, Brandon, Lonjin, Aubert et Garnaud, aux docteurs Coze, Latour et Guy-Laroche qui nous accueillirent si cordialement ou facilitèrent nos séjours dans les laboratoires militaires de chimie et de bactériologie de la XIII^e Région.

M. le pharmacien-major Sabria, adjoint au Directeur du Service de Santé de la XIII^e Région, ainsi que M. le médecin principal Ferry, notre chef aux armées et à Clermont-Ferrand, voudront bien trouver ici l'expression de notre reconnaissance pour la bienveillance qu'ils nous témoignèrent en toutes circonstances.

LES LAITS DE LA RÉGION D'AMBERT

(PUY-DE-DOME)

et quelques points spéciaux de l'analyse des laits

INTRODUCTION

Au premier Congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908, la délégation française a fait adopter les deux propositions suivantes :

1° « Il serait désirable que la composition des laits fût établie dans chaque Etat par les soins des pouvoirs publics à la suite d'analyses portant sur des prélèvements officiels nombreux effectués suivant les régions, l'alimentation, les saisons et les races des différents animaux. »

2° « Pour pouvoir être mis en vente, le lait pur destiné à la consommation humaine doit avoir une composition fixée dans chaque Etat par saison et région laitière. »

En 1903, le Congrès d'hygiène de Bruxelles émettait les vœux suivants :

1° « Il est inutile et dangereux de fixer les limites minima pour la composition des laits naturels. »

2° « Il convient d'interdire la vente des laits pauvres, même naturels. Chaque pays établira, d'après ses données particulières, ses limites minima pour les laits pauvres, dont la vente est interdite. »

Pour répondre à ces vœux, de nombreuses études ont été faites, qui établissent la composition moyenne des laits de diverses régions.

Sur les conseils de M. le professeur Tarbouriech nous avons entrepris l'étude des laits de la région d'Ambert.

Commencées en 1913, continuées en 1914, nos analyses ont été interrompues par les événements d'août 1914 où la mobilisation nous surprit en plein travail pour nous conduire aux armées.

En 1917, affecté à la Place du Puy, nous avons pu, dans le laboratoire militaire, reprendre l'œuvre interrompue.

La région d'Ambert appelée le Livradois appartient à l'est de l'Auvergne et confine au Forez. Elle a son caractère original que lui vaut sa conformation géologique à la fois plaine et montagne dont les hauts sommets ou plateaux la délimitent parfaitement des régions voisines.

Aux différences d'altitude correspondent des différences de climat et par conséquent des qualités variées de fourrages et de pâturages.

Nous avons eu l'intention, au début de nos recherches, de tenter de caractériser les laits des diverses provenances de la région en les classant en laits de plaine et laits de montagne.

Il a fallu y renoncer par la suite car les résultats de nos analyses ont démontré le peu d'influence du climat

et des qualités d'herbages sur la composition des laits.

Nos observations personnelles nous ont conduit aux conclusions de tous ceux qui se sont occupés de la question des laits. « La race d'abord et l'individu ensuite influent seuls d'une manière permanente sur la composition des laits. »

CHAPITRE PREMIER

LA PRODUCTION

1° Races des vaches de la région d'Ambert

Le cheptel du Livradois est constitué en majeure partie par des vaches de race *ferrandaïse*, à laquelle s'apparente la variété dite *forézienne*, qui n'en diffère que par la couleur de la robe pie-rouge chez la première, pie-noire chez la seconde.

La race *ferrandaïse* est une variété actuellement bien fixée de l'ancienne race d'Auvergne qui a donné deux variétés sœurs, la *salers* et la *ferrandaïse*.

La vache *ferrandaïse* est une bête de taille moyenne, robuste, sobre comparativement à certains bovidés d'autres races. Les éleveurs de la région d'Ambert sont convaincus que les *schwitz* et les *simmenthals* ont besoin d'un tiers de plus de nourriture pour être mainte-

nues dans le même état de chair et de lactation que la ferrandaise (1).

Ce caractère est particulièrement intéressant pour une région dont certaines parties sont très rudes et peu productives. La rusticité de la race ferrandaise faisait dire au professeur Sanson (2) qu'il n'y aurait aucun avantage à faire disparaître cette race ni à la négliger.

Elle possède de très bonnes qualités laitières, mais attelée à la charrue ou aux chars et soumise dans la région du Livradois à un labeur pénible ses facultés productrices ont été atténuées par le travail.

Un long atavisme lui a cependant permis de s'accommoder à cette existence et lui a conservé une lactation assez abondante.

Elle donne annuellement dans notre région 2.000 à 2.200 litres de lait, production qui serait plus considérable si la nourriture lui était plus généreusement octroyée et si les soins hygiéniques ne lui faisaient presque pas totalement défaut.

Des progrès sérieux ont été réalisés depuis quelques années dans cet ordre d'idées sous l'influence des Sociétés agricoles.

La race ferrandaise tend à affirmer son type grâce à une sélection intelligente et il n'est plus rare aujourd'hui de rencontrer des individus qui ne travaillant plus et particulièrement bien traités donnent une quantité de lait supérieure à la moyenne.

Les beurres d'Auvergne, classés aujourd'hui parmi

(1) Paul Difloth. — Races bovines (Paris).

(2) P. Gillin. — La vie agricole et rurale, n° 46, p. 506.

les petits beurres (1), prendront rang parmi les produits de premier choix dès qu'avec un élevage plus rationnel et hygiénique, de meilleurs procédés de récolte du lait, de maturation de la crème et de fabrication seront employés dans notre région.

Il en sera de même pour les fromages connus sous le nom de fourmes d'Ambert.

En outre de la race ferrandaise, qui représente la très grande majorité des animaux de la région, nous avons rencontré d'assez nombreuses simmenthals, quelques charolaises et salers, de très rares hollandaises, une bretonne et une normande.

2° Nourriture des animaux

Au pâturage pendant l'été, de fin avril à fin octobre, les bêtes trouvent le fourrage en quantité assez abondante.

Le reste de l'année elles sont nourries à l'étable ; aux fourrages secs on ajoute souvent des carottes, betteraves, des topinambours et parfois des pommes de terre.

En été comme en hiver, l'eau de boisson est quelquefois additionnée de sons, farines ou repasses.

Les tourteaux remplacent ces denrées quand elles sont trop rares et chères.

L'alimentation varie peu d'une étable à l'autre et la distribution des diverses provendes ne procède d'aucune méthode bien raisonnée.

Dans l'ensemble la nourriture est suffisante mais non,

(1) Paul Difloth. — Races bovines (Paris).

abondante et le producteur gagnerait à la rendre plus substantielle (1). Il devrait s'attacher à bien nourrir ses animaux et moins se préoccuper de l'influence que peut avoir tel ou tel aliment sur la qualité et la quantité du lait.

Il est aujourd'hui admis par tous les auteurs que la nourriture a peu d'influence sur la composition et la production du lait pourvu toutefois qu'elle soit *saine et abondante*.

Le professeur Porcher (2) donne dans la Revue « Hygiène de la Viande et du Lait » les conclusions des différents chimistes qui se sont occupés de la question de l'influence de l'alimentation sur la composition du lait.

« La composition des laits n'est que difficilement influencée par la nourriture » (M. Jensen).

« Lorsque la nutrition est *normale*, l'augmentation des unités nutritives ne modifie pas sensiblement le taux des principes divers du lait, *la race* et *l'individu* sont les deux facteurs essentiels » (M. Deschambre).

« Il n'y a pas d'alimentation susceptible de modifier la composition du lait » (Lindet, puis Malpeaux et Dorez).

« Les écarts de la teneur du lait en principes normaux sont dus plutôt aux aptitudes ethnographiques et individuelles et aux variations normales de la lactation chez le même individu, qu'au régime » (Alquier).

« MM. Sisley et Porcher (3) se sont livrés à des expériences sur l'élimination des matières colorantes artificielles par la mamelle. Comme l'épithélium mammaire

(1) Paul Difloth. — Races bovines.

(2) Porcher. — Hygiène de la viande et du lait, 1910, p. 410.

(3) La Laiterie, 9 mai 1914.

fait un choix entre les substances que lui amène le sang pour élaborer de la caséine, du lactose, des matières grasses, etc., on peut conclure *a priori* qu'il doit opposer de la résistance à se laisser traverser par le premier corps venu.

» De leurs expériences effectuées sur la chèvre et la chienne, il résulte que des matières colorantes diverses, administrées à des doses telles qu'on pourrait colorer avec celles-ci des centaines de mètres cubes d'eau, sont arrêtées par l'épithélium mammaire ou ne passent à travers celui-ci qu'à l'état de traces. Il faut reconnaître à cet épithélium la propriété de sélectionner les molécules, sélection qui n'est toujours pas parfaite. »

Au deuxième Congrès belge de l'alimentation (Liège, 1^{er}-4 octobre 1911) M. Marcas, directeur de la Station laitière à Gembloux, et M. C. Huyge, assistant de la Station (1), ont procédé à des expériences sur l'influence de l'alimentation des vaches laitières sur la composition du lait, si intéressantes et probantes que nous croyons devoir en donner les résultats.

1^{re} EXPÉRIENCE. — Elle a été faite sur un lot de 15 vaches du troupeau de la ferme de l'Institut agricole de l'Etat.

Elle a duré du 14 octobre au 15 décembre 1910. Pendant cette période les variations du régime alimentaire ont été les suivantes :

a) Du 14 octobre 1910 au 7 janvier 1911 :

Pâturage toute la journée, stabulation la nuit où elles recevaient 1 kilogr. de son par tête et des feuilles de betteraves à volonté.

(1) Annales des falsifications, novembre 1911, p. 587.

b) Du 7 au 24 novembre 1910 :

Stabulation. Feuilles de betteraves à volonté et 1 kilogr. de son par tête.

c) Du 24 au 27 novembre 1910 :

Stabulation. Navets avec feuilles à volonté.

d) Du 27 novembre au 15 décembre 1910 (par tête) :

Pulpes ensilées..... 40 kilogr.

Son de froment..... 1 —

Maïs moulu..... 1 —

Tourteau d'arachides..... 2 —

Betteraves fourragères... 10 —

Balles de froment..... 2 —

L'analyse des laits a été faite à des intervalles réguliers et surtout avant et après les changements de régime. (Voir le tableau ci-contre.)

2° EXPÉRIENCE.— 20 vaches hollandaises du troupeau de la ferme de M. Lovens (Château de St-Quentin à Ciney).

L'expérience a duré du 22 octobre au 30 novembre 1910 ; les variations du régime alimentaire ont été les suivantes :

a) Pâturage le jour et rentrée le soir à l'étable. Pour la nuit les animaux reçoivent 1 kilogr. de son et 1 kilogr. de tourteau de cocotier par tête, et à volonté d'un mélange de paille et de foin.

b) A partir du 2 novembre et jusqu'au 30 novembre ils sont rentrés à l'étable et reçoivent la ration que voici (par tête) :

25 kilogr. pulpes de betteraves ensilées avec feuilles ;

3 — tourteau de cocotier ;

3 — aliment Farmer ;

20 — foin ;

1^{re} Expérience.

Dates	Extrait sec par litre	Cendres	Caseïne	Lactose	Beurre	Observations
Octobre : 14	128.8	7.7	28.3	46.7	38.1	1 ^{er} Régime
— 20	126.7	7.8	27.8	46.9	35.9	
— 28	127.8	7.9	26.8	46.5	37.3	
Novembre : 5	119.7	8	25.4	45.9	32.4	2 ^e Régime
— 8	122.5	7.6	25.7	45.5	35.6	
— 17	117.6	7.9	26.3	45.4	31.2	
— 22	129.3	7.6	29.9	46.5	36.5	3 ^e Régime
— 25	127	7.9	29.8	45.5	36.5	
— 28	124.8	7.9	27	45.4	37.2	
Décembre : 5	128.3	8.1	29.4	44.7	39.5	4 ^e Régime
— 15	129	7.3	28.4	48	39.8	

2^{me} Expérience.

Octobre : 24	119.8	7.8	24.3	43.2	35.6	1 ^{er} Régime
— 27	120	7.8	24.7	43.2	35.6	
— 31	114.4	6.9	22.4	44.1	34.1	
Novembre : 3	119.3	7.5	22.6	43.9	36.1	2 ^e Régime
— 7	118.9	7.5	23.7	43.9	36	
— 15	116.9	7.5	24.3	44.4	34.5	
— 20	117.7	7.5	24.2	45.1	34.6	
— 30	122.3	7.6	26	45.4	36.4	

3 kilogr. balles d'avoine ;

3 — son ;

1 — avoine.

L'analyse a été faite avant et après chaque changement de régime. (Voir le tableau ci-contre.)

Les résultats des deux expériences sont en contradiction avec l'opinion des cultivateurs qui admettent que l'alimentation au moyen des pulpes ensilées exerce une influence directe sur la composition du lait et particulièrement sur la richesse en matière grasse.

La conclusion qui se dégage est conforme à celle émise par de nombreux expérimentateurs, à savoir : que *la nature des aliments ne peut exercer qu'une influence insignifiante sur la composition du lait*. (Conclusions adoptées par la section de laiterie.)

Bordas et Touplain (1) ont toutefois mis en évidence un point spécial de l'influence de l'alimentation sur la composition du lait. Ils écrivent : « Cependant l'influence des aliments s'exerce certainement sur le goût, l'arome, etc., du lait, c'est-à-dire sur des qualités non mesurables, mais que l'enfant saura apprécier de même qu'il enregistrera les différences qualitatives de composition du lait mieux que les méthodes chimiques ou les réactifs les plus délicats.

» L'enfant sera la victime de certaines substances toxiques, inconnues mais soupçonnées, qui se trouvent dans le lait, comme conséquence d'une alimentation irrationnelle. »

MM. Stœcklin et Crochetelle (2) ont pu expliquer cer-

(1) Laiterie, p. 204.

(2) C. R. Ac. Sc., juin 1910.

tains accidents provoqués chez des nourrissons et de jeunes bovidés par la présence dans le lait de sulfocyanure de fer.

Les animaux étaient nourris avec des tourteaux contenant entre autres impuretés de l'essence de moutarde qui se transformait dans le tube digestif en sulfocyanure alcalin et passait dans le lait.

A l'étranger, notamment en Allemagne, on a réglementé l'alimentation des animaux appelés à fournir le lait destiné aux nourrissons : la ration dans ce cas doit être exempte de tourteaux et doit être composée d'herbes et de grains (1).

3° Les étables

L'article 12 du règlement sanitaire (2) prescrit par l'article 1^{er} de la loi du 15 février 1902 sur la santé publique est ainsi conçu : « Le sol des étables devra être rendu imperméable dans la partie du sol qui reçoit les urines ; celles-ci devront s'écouler par une rigole ayant une pente suffisante.

» Les murs des écuries et des étables seront blanchis à la chaux. La hauteur sous plafond des écuries destinées aux espèces chevalines et bovines sera au moins de 2 m. 60. Elles seront bien aérées. »

L'article 14 ajoute : « Les fumiers seront déposés sur

(1) Laiterie, p. 201.

(2) Ce règlement sanitaire est celui qui a été proposé aux communes et aux départements qui l'ont généralement adopté sans modification.

un sol imperméable entouré d'un rebord également imperméable.

» Les fosses à purin posséderont des parois et un fond étanche bétonnés ou cimentés.

» Les fosses à purin et à fumier seront placées à une distance convenable des habitations... »

Si ces articles de la loi étaient appliqués, presque toutes les étables de la région d'Ambert devraient être reconstruites.

En général, les écuries sont sales, mal aérées et obscures.

Nulle propreté élémentaire, nulle hygiène n'est observée sauf de rares exceptions. L'hiver, les bêtes vivent dans un air confiné qui ne se renouvelle presque pas durant toute la saison.

Le sol en terre battue absorbe les déjections, le fumier est mal balayé, la litière chichement ménagée. Aussi le nombre des bêtes tuberculeuses est-il considérable dans la région et les épizooties se propagent rapidement.

L'aménagement actuel des étables rend les mesures de désinfection difficiles et peu efficaces.

Il est indispensable de modifier les conceptions actuelles du paysan. Il faudrait lui faire comprendre qu'en rendant ses étables plus salubres il supprimerait en grande partie la mortalité du bétail et obtiendrait un meilleur rendement dans la production du lait.

Nous avons constaté que les meilleurs laits provenaient des étables les mieux tenues, constatation déjà faite dans d'autres régions, en particulier par M. Bernin, pharmacien de l'hôpital de Monaco (1).

(1) Bernin. — Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1913).

Cette tenue anti-hygiénique des étables contribue à modifier le goût et l'odeur du lait, ces impondérables dont parlent MM. Bordas et Touplain.

Quelle différence comme saveur entre les laits d'été où les bêtes vivent en plein air et les laits d'hiver recueillis dans les misérables étables de la région !

Pouvons-nous dans ce modeste travail faire un rapprochement entre l'indifférence du paysan auvergnat et cévenol pour la propreté de ses écuries et la mortalité infantile dans ces régions où l'air est cependant si sain et si pur ?

Serait-il téméraire d'expliquer par ce fait le nombre considérable de paysans tuberculeux ?

Nous nous excusons d'exprimer ici ces réflexions, mais le simple pharmacien de campagne que nous sommes croit de son devoir de rappeler que l'hygiène et la santé sont impérieusement liées l'une à l'autre.

Si nous ne craignons de sortir du plan que nous nous sommes tracé, il nous serait facile tout au moins de démontrer que l'hygiène des étables et des animaux constitue un facteur important de la prospérité du cheptel.

Nous devons ajouter pour être équitable que la responsabilité du paysan est singulièrement atténuée quand on connaît les conditions pénibles et dures de sa vie dans les régions montagneuses où la propriété est excessivement morcelée.

Les revenus de son labeur acharné étaient jusqu'à ces dernières années si médiocres qu'il lui était difficile d'améliorer l'état de ses locaux. Il faut se rendre compte que, pour appliquer le règlement sanitaire de 1902 concernant les étables, d'importants travaux seraient nécessaires dans toutes les fermes de la région. Malgré

sa bonne volonté le paysan ne pouvait en général reconstruire ses étables et nous sommes heureux de constater que depuis que le travail de la campagne devient plus rémunérateur, qu'un peu d'aisance pénètre dans le foyer du terrien, la propreté et l'hygiène y progressent chaque jour. Cette heureuse tendance, si elle est encouragée par les pouvoirs publics et surtout si son utilité est démontrée dans les écoles aux enfants des campagnes, ne tardera pas à transformer les métairies du Livradois. Quelques fermes bien tenues sont un exemple qui certainement sera suivi, et il est permis d'espérer que les produits de la région (lait, beurres et fromages) compteront un jour parmi les plus appréciés de France.

CHAPITRE II

LA COMPOSITION DES LAITS

1° Les méthodes analytiques

Nous avons établi les moyennes de composition des laits de notre région en suivant la technique de la méthode officielle d'analyses des laits de MM. Bordas et Touplain.

Pour que des résultats d'analyses soient comparables il est absolument indispensable qu'elles soient exécutées par les mêmes méthodes.

Les échantillons examinés provenant des étables les plus diverses ont été prélevés par nous-même ou par des personnes en qui nous avons toute confiance.

L'analyse a toujours porté sur des laits frais et provenant de la traite complète.

Nous avons déterminé :

- 1° La densité du lait et celle du lactosérum ;
- 2° Le degré de la déviation réfractométrique du lactosérum ;

Les proportions :

- 3° De l'extrait sec ;
- 4° De la caséine ;
- 5° Du beurre ;
- 6° Du lactose ;
- 7° Des cendres ;
- 8° De l'extrait dégraissé.

Nous avons aussi étudié *la constante moléculaire simplifiée* de MM. Mathieu et Ferré dont la détermination peut rendre de réels services dans la recherche du mouillage des laits.

Quoique nous n'ayons pas épuisé la série des déterminations que l'on a proposé de faire au sujet du lait, le nombre d'éléments dosés ou de constantes physiques établies par nos recherches permettent de se faire une idée exacte de la moyenne de composition et des principales caractéristiques physiques du lait de notre région.

Densité du lait

Elle a été déterminée au moyen du lacto-densimètre de Bouchardat et Quevenne adopté en France par tous les laboratoires. Nous avons fait subir à la lecture du degré sur l'appareil les corrections de température.

Densité du lactosérum

La densité du lait entier n'offre qu'une importance relative car elle est influencée en sens inverse par les deux principales falsifications : mouillage et écrémage. Dans ce dernier cas, il est facile au fraudeur de ramener le

lait écrémé à une densité normale en ajoutant de l'eau, c'est-à-dire en pratiquant à la fois le mouillage et l'écémage.

Le petit-lait, de composition beaucoup plus constante, possède une densité qui varie entre des limites très étroites ainsi que l'a démontré M. Sambuc (1).

Tout sérum obtenu par la méthode Sambuc dont la densité est inférieure à 1.027 doit être considéré comme mouillé.

M. Lescœur en 1895 (2) a repris cette étude et modifié la préparation du lactosérum qu'il obtient en ajoutant au lait une trace de présure sèche. On porte quelques minutes au bain-marie entre 40° et 50° et on obtient assez rapidement la coagulation de la matière grasse et de la caséine. On filtre, on laisse refroidir et on détermine la densité à 15°.

Nous avons adopté la méthode de Lescœur et comme lui nous n'avons jamais trouvé de lactosérum dont la densité soit inférieure à 1.029. Mais notre limite supérieure est plus élevée puisque certains échantillons nous ont donné jusqu'à 1.0338 de densité. La limite est cependant assez étroite et le mouillage peut être déjà soupçonné même si la quantité d'eau ajoutée représente seulement quelques centièmes.

Extrait sec et Cendres

Pour obtenir l'*extrait sec* nous avons suivi très exactement la méthode officielle qui prescrit d'évaporer dix

(1) Sambuc. — Nouvelles recherches sur le mouillage des laits (Journal de pharmacie et de chimie, 1884, t. IX, p. 95).

(2) Lescœur. — Journal de pharmacie et de chimie, t. I, p. 395.

centimètres cubes de lait dans une capsule de platine ou de nickel à fond plat, de 70 millimètres de diamètre et de 20 millimètres de haut au bain-marie bouillant pendant sept heures.

Nous avons utilisé un bain-marie à niveau constant fermé par un couvercle dans lequel sont ménagées des alvéoles de la dimension des capsules, lesquelles plongent dans l'eau du bain-marie. Une cheminée à long tuyau permet à la vapeur de se dégager en dehors de la surface des capsules.

Pour obtenir les *cendres* nous avons calciné l'extrait ainsi obtenu en portant la capsule au rouge sombre sans dépasser cette température afin de ne pas volatiliser les chlorures.

Dans nos tableaux d'analyses le chiffre représentant le poids de l'*extrait dégraissé* est inscrit à côté de celui de l'extrait sec.

Le poids de l'extrait dégraissé a une réelle importance dans l'appréciation des falsifications du lait. On l'appelle généralement *constante de Duclaux*.

Cependant il semble que l'honneur d'avoir le premier observé cette constante doive revenir à notre compatriote M. Gros, professeur à l'Ecole de médecine et de pharmacie de Clermont-Ferrand et directeur du Laboratoire municipal de cette ville, qui en a récemment revendiqué la paternité (1).

Sur des milliers d'analyses ce chimiste a constaté que le chiffre de l'extrait dégraissé ne s'abaisse presque jamais au-dessous de 85 grammes, qu'il dépasse très rarement 105 grammes et 95 fois pour cent se trouve

(1) Annales des falsifications, février-mars 1916.

compris entre 90 et 105 grammes. Gérard et Bonn (1) concluent aussi que le poids de l'extrait dégraissé ne descend presque jamais au-dessous de 90 grammes.

M. Bernin, à Monaco (2), a trouvé des chiffres un peu inférieurs, de même Bordas et Touplain (3). Cependant les chiffres inférieurs à 90 grammes sont des exceptions et avec MM. Gros, Gérard et Bonn on doit considérer ce nombre comme une véritable constante.

On peut affirmer qu'il ne s'abaisse jamais au-dessous de 85 grammes, si on a soin, ainsi que le recommandent Gros et Porcher (4), de rapporter le poids de l'extrait dégraissé au litre de lait complètement écrémé.

Le professeur Porcher, dans cette étude, démontre clairement qu'en expertise on doit toujours « étroitement lier les indications de l'analyse portant sur la matière grasse d'une part et l'extrait sec dégraissé d'autre part ».

Nos chiffres confirment les observations de M. Gros et les résultats analytiques des laits de notre région sont rarement inférieurs à 90 grammes.

Beurre et Caséine

Pour le dosage du beurre nous avons employé, concurremment avec la méthode officielle, la méthode d'Adam.

(1) Gérard et Bonn. — Traité des falsifications des matières alimentaires.

(2) Bernin. — Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1913).

(3) Bordas et Touplain. — Laiterie, p. 193.

(4) Annales des falsifications, novembre 1915.

Celle-ci a l'avantage d'être très rapide, de ne nécessiter aucun appareil coûteux et d'être cependant d'une grande précision, ainsi que l'ont démontré MM. Gouirand (1) et G. Hinard (2).

Nous ferons une remarque qui a son importance pour nos régions froides surtout. Pour que la matière grasse se dissolve complètement dans le solvant (éther, alcool, ammoniacque), il est nécessaire de porter les liquides à une température de 15° à 20°.

Les chiffres que nous donnons sont ceux obtenus par la méthode officielle décrite dans le numéro des Annales des falsifications de février 1908, et plus complètement dans « Laiterie », l'ouvrage de MM. Bordas et Touplain, les auteurs de la méthode officielle d'analyse des laits.

Cette méthode utilise comme réactif précipitant l'alcool à 65° acidulé au millième par l'acide acétique, et pour les lavages du coagulum l'alcool à 35°.

Dans un vase à précipités on mesure 25 cc. d'alcool acétique dans lequel on fait couler goutte à goutte 10 cc. de lait en agitant sans cesse. Après 1/4 d'heure de repos, on verse le coagulum sur un filtre sans plis, séché et taré et placé dans un entonnoir à filtration rapide.

On rince à trois reprises différentes le vase à précipités avec 10 cc. d'alcool à 35° que l'on verse sur le filtre en laissant celui-ci s'égoutter complètement chaque fois. On termine en arrosant une dernière fois le filtre avec 10 cc. d'alcool à 35°.

(1) Gouirand. — Thèse de doctorat en pharmacie (Montpellier, 1912).

(2) G. Hinard. — Annales des falsifications, n° 54, p. 235.

Le filtratum est recueilli dans un ballon jaugé de 100 cc. On complète à 100 cc. avec de l'eau distillée. Ce liquide servira à doser le lactose.

Le filtre contenant le coagulum est essoré entre des feuilles de papier filtre et introduit dans l'appareil de Soxhlet. On épuise la matière grasse par l'éther contenu dans un ballon taré.

L'épuisement terminé, on évapore bien complètement le solvant et, après dessiccation à l'étuve, on pèse le ballon qui contient la matière grasse. On a ainsi le poids du beurre.

Le filtre contient la caséine et les sels insolubles entraînés dans le coagulum au moment de sa précipitation. On dessèche à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant et on pèse.

Pour obtenir le poids exact de la caséine il est nécessaire d'incinérer le filtre et déterminer la proportion des cendres dont le poids, retranché du nombre obtenu précédemment, donne celui de la caséine pure.

Cette méthode est assez longue si l'on a plusieurs laits à analyser à la fois, à moins de posséder l'appareil décrit par Bordas et Touplain dans leur ouvrage « Laiterie » (1).

Pour opérer plus rapidement, nous avons adopté le plus souvent une modification pratiquée par bien des opérateurs.

Elle consiste à dessécher, avant lixiviation, le filtre contenant le beurre et la caséine, à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant. On obtient ainsi la somme du beurre et de la caséine. Le filtre est alors placé dans le soxhlet

(1) Bordas et Touplain. — Laiterie, p. 125.

où on poursuit la lixiviation pendant un temps qui, en raison de la siccité du coagulum, est plus long que dans la méthode officielle. L'épuisement terminé, on dessèche le filtre à l'étuve et on pèse. Ce dernier poids, retranché du poids beurre + caséine brute, donne par différence le poids du beurre.

Cette méthode indirecte nous a donné des résultats aussi exacts que la méthode officielle ; elle a l'avantage de permettre la lixiviation de plusieurs coagulums dans un soxhlet de moyenne grandeur, et surtout d'éviter l'évaporation de l'éther qui a servi à l'épuisement.

M. Cazalet (1) a constaté comme nous l'exactitude de ce procédé.

Le lactose

Le lactose, dans nos expériences, a été dosé par réduction de la liqueur cupro-potassique, et exprimé à l'état de lactose hydraté $C^{12}H^{22}O^{11}, H^2O$, sachant que 10 cc. de cette liqueur sont réduits par 0,06925 de lactose hydraté.

Le dosage a été effectué au moyen du filtratum obtenu dans la précipitation du coagulum beurre et caséine.

Opérant toujours sur des laits frais, nous n'avons pas eu à tenir compte de la transformation du lactose en acide lactique, nos échantillons n'ayant jamais titré plus de 1 gr. 20 à 1 gr. 50 d'acide qui, d'après Bordas et Touplain (2), représente l'acidité normale des laits. Nous avons pratiqué nos dosages de lactose en adoptant le

(1) Cazalet. — Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1918).

(2) Bordas et Touplain. — Laiterie, p. 28.

procédé Causse-Bonnans et suivant la technique indiquée par Denigés (1).

Dans ce procédé la fin de la réaction est très nettement perçue par le brunissement subit de la liqueur ferro-cyanurée.

Le titrage rigoureux du lactose a une importance considérable dans la recherche du mouillage des laits, quand on veut établir pour cette recherche la « constante moléculaire simplifiée » de MM. Mathieu et Ferré.

Réfractométrie

Le lactosérum obtenu après séparation des matières insolubles possède un pouvoir réfringent qui ne varie qu'entre des limites très étroites. Cette constance du pouvoir réfringent est due à ce que le lactosérum est une solution à concentration moléculaire peu variable.

La réfractométrie du lactosérum a été étudiée pour la première fois par Villiers et Bertault (2).

M. Cothureau (3), dans un remarquable travail, a étudié la déviation réfractométrique des laits des différentes régions du Centre.

M. Ducros (4) a examiné à ce point de vue les laits d'une région du Puy-de-Dôme.

M. Basset (5) ceux de la Gironde.

MM. Defrance et Cazalet (6 et 7) ceux de Montpellier.

(1) Denigés. — Chimie analytique, p. 473 (2^e édition).

(2) Bulletin de la Société de chimie, 1898, p. 30.

(3) Cothureau. — Thèse de Doctorat en pharmacie (Paris, 1905).

(4) Ducros. — Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1905).

(5) Basset. — Bull. de la Société de pharmacie de Bordeaux, 1904.

(6 et 7) Defrance et Cazalet. — Thèses de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1908-1918).

Tous ces auteurs confirment les observations de Villiers et Bertault que la déviation réfractométrique du lait varie dans des limites si étroites que la détermination de cette constante physique peut être d'une grande utilité dans la recherche du mouillage des laits.

Nous avons donc entrepris cette détermination pour les laits de notre région.

Nos observations ont été prises en suivant la technique de MM. Villiers et Collin (1).

L'instrument employé est l'oléo-réfractomètre de Amagat et F. Jean.

On prépare le sérum en ajoutant au lait un demi-volume d'acide acétique dilué au centième et en portant le mélange à l'ébullition pendant quelques minutes dans un ballon à réfrigérant ascendant. On laisse refroidir, on filtre.

Plus pratique et plus rapide, surtout quand on a plusieurs laits à examiner, est la modification indiquée par M. Ducros (2). Au lieu du ballon à réfrigérant on introduit le mélange lait-solution acétique dans de petits flacons à fermeture mécanique qu'on porte à l'autoclave à 100°-105° pendant quelques minutes pour obtenir la coagulation des éléments insolubles.

On évite ainsi toute déperdition de liquide pendant l'ébullition du mélange.

Le lactosérum obtenu, il est facile de déterminer le degré de sa déviation réfractométrique.

Les cuves extérieures et intérieures de l'appareil d'Amagat étant remplies d'eau distillée, on règle le

(1) Villiers et Collin. — Altérations et falsifications (Aliments lactés et aliments gras, p. 88).

(2) Ducros. — Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1905).

réfractomètre au zéro de la graduation supérieure en employant le verre rouge pour obtenir la lumière achromatique. La séparation des deux zones est alors très nette.

Ce réglage terminé, on vide la cuve intérieure, on la rince à deux ou trois reprises avec le lactosérum à examiner et on la remplit avec ce liquide. Après une attente de quelques minutes nécessaire pour laisser l'équilibre de température s'établir entre les deux cuves, on lit et note le degré indiqué.

La déviation due à l'acide acétique dilué au centième est de trois divisions, la déviation du lactosérum D sera

$$D = (D' - 1) \frac{3}{2}$$

D est la déviation cherchée et D' la déviation lue.

L'examen des tableaux ci-après montre que nos résultats diffèrent quelque peu de ceux de M. Ducros, la limite supérieure étant plus élevée que celle de cet auteur. En effet, la déviation réfractométrique du sérum des laits étudié par cet auteur oscille entre 38° et 42°, tandis que nous trouvons que ce degré varie pour la région d'Ambert de 38° à 44°5.

2° Les résultats analytiques

Les tableaux qui suivent permettront de se rendre compte de la composition des laits de notre région.

On y constatera que cette composition varie entre des limites assez larges. D'une manière générale ils se montrent plus riches en éléments nutritifs que la moyenne générale des laits des autres régions. Leur

LAITS D'ÉTÉ

Pâturages. — Sons et rep

N°	Densité du lait	Densité du lactosérum	RACE, AGE, AGE DU LAIT	Quantité en 24 heures litres	Extrait sec	Extrait dégra
1	33.4	33	Salers 6 ans. Vêlage 1 mois.....	7	139.9	97
2	32.4	31	— 6 — — 5 semaines.....	8	163.7	106
3	34.4	30.8	— 8 — — 1 mois.....	8	138.2	91
4	30.4		Comtoise 6 ans. Vêlage 2 mois.....	12	135.1	90
5	31		Ferrandaise 12 ans. Vêlage 15 jours.	16	130.7	94
6	31.5		— 7 — — 3 mois.	7	126.7	92
7	30.4	29.4	Forézienne 13 — — 6 —	6	140.3	91
8	33	30.8	Ferrandaise 4 — — 6 —	6	136.7	91
9	30	30	— 8 — — 2 —	12	137.5	90
10	34.2	31.2	— 12 — — 5 —	8	137	95
11	31.6	30.2	— 15 — — 3 —	7	132.6	90
12	29.4	29	— 12 — — 3 —	7	134.7	91
13	33	31.4	Salers 6 ans. Vêlage 1 mois.....	8	152.5	98
14	30.5	30.6	Hollandaise 6 ans. Vêlage 1 mois.	8	133.5	91
15	30.5	30.4	— 8 — — 5 —	9	134.9	93
16	33.4	31.8	Hollando-Ferr* 4 ans. Vêl. 11 —	5	145.2	92
17	32	30.2	Hollandaise 4 ans. Vêlage 8 —	8	127.6	94
18	30.5	30.4	— 4 — — 8 —	6	138.5	90
19	32	32	Normande 5 — — 8 —	6	139.5	97
20	33.8		Simmenthal 8 — — 1 —	12	135.3	87
21	34	33.8	— 6 — — 2 —	10	132	90
22	34.4	32	Bretonne 8 ans. Vêlage 2 mois.....	10	143	92
23	33.4	31	Ferrandaise 8 ans. Vêlage 9 mois...	7	154.1	102
24	33	29	— 8 — — 4 —	10	151.8	100
25	34.5	32	Comtoise 8 ans. Vêlage 10 mois.....	5	161.2	107
26	32.5	30	Ferrandaise 8 ans. Vêlage 5 mois...	8	135.5	92
27	34.4	32.3	— 10 — — 8 —	6	161.4	102

richesse en matière grasse est tout particulièrement remarquable.

Elle s'explique par la faible production laitière de la vache ferrandaise et par les conditions mêmes de cette production.

Dans la région sur laquelle porte notre étude il existe peu d'exploitations de fermes créées en vue de la production du lait. Celui qui est mis en vente à Ambert même, sauf une seule exception, provient des petites fermes des environs ayant 2 à 6 ou 7 vaches laitières.

Ces animaux ne sont pas exempts des travaux agricoles, ce qui diminue parfois dans une énorme proportion la quantité de lait produit, mais détermine une élévation considérable du taux des divers éléments, et tout spécialement de la matière grasse et de la caséine.

Dans l'établissement de nos moyennes nous avons écarté les laits provenant de vaches soumises à un trop rude travail. La sécrétion lactée tombant dans ces conditions à quelques litres par 24 heures, la composition du liquide prend une allure de richesse anormale, que nous estimons, en raison de son caractère exceptionnel, ne pas devoir faire entrer dans le calcul de nos moyennes. Cependant, l'expert pouvant se trouver en présence de laits de cette nature, nous avons donné quelques analyses de ces laits à titre documentaire.

CHAPITRE III

QUELQUES POINTS PARTICULIERS DE L'ANALYSE DES LAITS

1° La déviation réfractométrique dans les laits bichromatés

A propos de l'analyse des échantillons de laits prélevés en vue de l'exercice de la loi sur les fraudes, MM. DeFrance (1) et Gouirand (2) ont attiré l'attention sur ce fait que la déviation réfractométrique du lactosérum augmente avec le vieillissement des laits malgré la présence du bichromate de potasse qu'on ajoute pour en retarder l'altération.

Le premier de ces auteurs s'est borné à constater l'augmentation de cette constante physique sans la rapporter à un quelconque des éléments constitutifs du lait.

M. Gouirand, étudiant de plus près le phénomène, a montré très nettement la relation qui existe entre l'aug-

(1) Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1908).

(2) Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1912).

mentation de la déviation réfractométrique et la diminution concomitante de la caséine coagulable. Après avoir éliminé, comme raison de cette augmentation, l'altération due à la fermentation lactique, il en a fait remonter la cause « à la formation de matières azotées solubles » et démontré par des dosages successifs de la matière protéique coagulable le rapport qui existe entre ces deux phénomènes.

Bien que le fait soit clairement établi par les expériences de cet auteur, il nous a paru intéressant de démontrer par une méthode directe la justesse de cette observation.

Partant de ce principe que l'altération de la caséine consiste dans un phénomène d'auto-digestion de la matière protéique qui peptonise cette substance et la fait passer partiellement à l'état de composé soluble dans l'eau et incoagulable par les réactifs, nous avons pensé que cette hydrolyse devait entraîner comme conséquence l'augmentation de l'azote dissous du lactosérum. Il y avait lieu de s'attendre à voir cet azote augmenter dans la mesure même de l'accroissement de la déviation réfractométrique, c'est en effet ce que nous avons établi par les expériences suivantes.

Nous avons pris trois échantillons de lait :

L'un d'eux a été analysé à l'état frais et bichromaté immédiatement après la traite.

Le deuxième bichromaté et analysé huit heures après la traite.

Le troisième bichromaté et analysé trois jours après la traite et analysé douze heures après avoir été bichromaté.

Chaque lait a été enfermé dans des flacons bien bouchés et, à intervalle de quinze jours environ, nous avons procédé à de nouvelles analyses de ce lait.

1^{re} Expérience. — Lait bichromaté immédiatement après la traite.

Eléments dosés	15 avril	2 mai	16 mai	30 mai
Extrait sec	135.5	134.4	133.3	131.7
Beurre	43.3	43.2	43	42.1
Caséine	31.8	31.2	29.8	27.6
Lactose	50.5	48.6	47.1	45.2
Acidité	1.6	3.9	4.1	6.2
Azote du l.-sérum.	0.14	0.24	0.45	0.81
Déviation réf.	38°	39°5	41°5	43°5

2^e Expérience. — Lait bichromaté 8 heures après la traite.

Eléments dosés	15 avril	2 mai	16 mai	30 mai
Extrait sec	143.9	142.5	141.1	139.2
Beurre	48.6	48.5	47.8	47.1
Caséine	34.6	33.8	32.2	30.5
Lactose	50.1	48.6	47.5	46.9
Acidité	1.9	3.2	4.8	5.2
Azote du l.-sérum.	0.18	0.29	0.54	0.81
Déviation réf.	40°	42°	43°5	45°

3^e Expérience. — Lait bichromaté 3 jours après la traite. —
Analysé 12 heures après l'avoir bichromaté.

Eléments dosés	7 avril	22 avril	25 mai
Extrait sec	156.5	155.1	152
Beurre	57.5	57.1	56.3
Caséine	42.4	39.8	36.4
Lactose	43.8	42.1	41.3
Acidité	7.8	8.9	10.5
Azote du lactosérum....	0.357	0.76	1.31
Déviation réf.	45°	48°	51°5

En outre des éléments dosés habituellement nous avons procédé au titrage de l'azote total du lactosérum.

L'opération a été effectuée par la méthode de Kjeldhal dans les conditions employés pour d'autres liquides biologiques. Nous avons introduit dans un matras de Kjeldhal 5 cc. de lactosérum préparé suivant la méthode de Villiers, 5 cc. de SO^4H^2 pur, 5 cc. d'une solution à 30 p. 100 d'oxalate neutre de potasse.

Le contenu du matras ayant été porté à l'ébullition, nous avons poursuivi la destruction de la matière organique jusqu'à obtention d'un liquide limpide et à peine coloré.

Ce résidu a été versé dans un ballon jauge de 100 cc. contenant de l'eau distillée. Le volume a été complété à 100 cc. par H^2O qui a servi à rincer le matras.

Sur 50 cc. de ce liquide préalablement neutralisé en présence de phénolphtaléine, nous avons dosé l'ammoniaque produit par la méthode aujourd'hui classique de Ronchèse.

La connaissance de l'azote protéique transformé en ammoniacque permet de calculer avec précision la proportion des matières albuminoïdes qui lui ont donné naissance, étant donné que la teneur moyenne de la caséine en azote est voisine de 16 p. 100. Il suffit en effet de multiplier par 6,39 le poids de l'azote transformé pour connaître celui de la matière protéique correspondante.

De nos expériences consignées dans le tableau qui précède, il résulte qu'en vieillissant une partie de la caséine du lait subit une sorte de digestion qui la rend incoagulable dans les conditions de la préparation du lactosérum de Villiers. Cette matière protéique peptonisée reste en dissolution dans le lactosérum, où nous la retrouvons par le dosage de l'azote.

La caséine ainsi solubilisée provoque l'accroissement de la déviation réfractométrique du lactosérum et rend cette constante directement inutilisable pour la détermination du mouillage des laits conservés.

En prenant pour base les chiffres de nos expériences on pourrait cependant faire subir à la déviation réfractométrique une correction qui ramènerait sa valeur à ce qu'elle était avant l'altération microbienne du liquide examiné. Il semble, en effet, que l'augmentation de la déviation est d'environ 1°25 réfractométrique pour 1 gramme de caséine solubilisée.

Cette constatation n'enlève rien de sa valeur à la constante de Villiers qui reste un excellent moyen d'appréciation pour les laits non altérés.

2° Influence du phénol au point de vue des modifications de l'indice de réfraction

L'insuffisance du bichromate de potasse comme agent conservateur du lait ressort nettement des expériences précédentes qui d'ailleurs ne font que corroborer les observations faites par de nombreux auteurs, entre autres Bordas et Touplain (1), Ilinard (2), Grelot (3), MM. Gouirand (4) et Defrance (5), MM. Kling, Gelin et Lasieur (6).

(1) Bordas et Touplain. — Laiterie, p. 78.

(2) Annales des falsifications, n° 54, p. 233.

(3) Journal de pharm. et chim., t. XXV, p. 369, 1907.

(4) Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1912).

(5) Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1908).

(6) Annales des falsifications, mai 1914.

Depuis que ce fait est connu, de nombreux chimistes ont recherché un antiseptique plus efficace, un conservateur plus puissant pour remplacer le bichromate de potasse.

M. Dubois (1), après avoir étudié à ce point de vue une série de produits antimicrobiens, conclut que le phénol est le plus parfait de tous et le démontre par les expériences suivantes faites en 1900 :

	Analyse du lait frais le 20 avril	Même lait phénolé analysé le 25 mai	Lait frais analysé le 17 mai	Même lait phénolé analysé le 30 juin
Acidité.....	2.7	2.7	1.80	1.80
Lactose.....	47.49	47.45	46.85	46.80
Beurre.....	38.12	38.12	38.10	38.10
Caséine.....	32	32	32	32
Cendres.....	6.35		6.80	6.80
Extrait sec....	120	120	126	126

M. le professeur Denigès ayant retrouvé en 1910 un échantillon de ce dernier lait en parfait état de conservation procéda à l'analyse de ce produit qui donna des résultats en tout semblables à ceux de M. Dubois :

Acidité.....	1.85
Lactose.....	46.40
Beurre.....	37.90
Caséine.....	32
Extrait.....	126.40

M. Bernin (2) a étudié plus particulièrement la cryo-

(1) Thèse de Doctorat en pharmacie (Bordeaux, 1900).

(2) Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1913).

scopie des laits conservés par le phénol. De ses recherches il conclut que le point cryoscopique, reste fixe pendant une période de deux mois dans les laits phénolés.

Comme suite aux expériences précédentes, nous avons porté nos recherches sur la déviation réfractométrique du lactosérum des laits ainsi conservés.

Dans ce but quelques échantillons ont été phénolés selon les indications de Denigès, en ajoutant au lait une partie pour cent de la solution :

Acide phénique neigeux..... 50 gr.
Alcool à 95°..... 10 cc.

Nous avons ensuite procédé à plusieurs analyses de ce lait à dates différentes et obtenu les résultats consignés au tableau ci-après :

1^{re} Expérience

Éléments dosés	Lait frais 11 mars 1918	Même lait phénolé :		
		28 mars	15 avril	2 mai
Extrait sec.....	136.15	136.10	136	135.8
Lactose.....	51.20	51.3	50.7	50.2
Beurre.....	45.20	45.2	45.1	45.05
Caséine.....	31.20	31.2	31	29.8
Acidité.....	2.6	2.6	2.7	2.75
Déviation réf.	40°5	40°5	41°	41°

2^e Expérience

Éléments dosés	Lait frais 5 mai 1918	Même lait phénolé :		
		20 mai	5 juin	20 juin
Extrait sec.....	144.86	144.7	144.3	144
Lactose.....	53.15	53	52.8	52.1
Beurre.....	43.68	43.5	43.3	43.3
Caséine.....	39.08	39	38.9	38.1
Acidité.....	2.5	2.5	2.7	3.5
Déviation réf.	42°	42°	42°5	43°

3^e Expérience

Éléments dosés	Lait frais	Même lait phénolé :	
	17 avril 1919	2 mai	29 mai
Extrait sec.....	135.5	134.6	134.3
Lactose.....	50.5	50	49.6
Beurre.....	43.3	43.1	43
Caséine.....	31.8	31.6	30.3
Acidité.....	1.6	1.9	2.8
Déviatiou réf.....	38°	38°	39°

Il a été tenu compte dans le calcul de nos résultats de la déviation due à l'acide phénique. Avec un acide pur donnant une solution incolore la déviation d'une dilution de 1 cc. de solution phéniquée de Denigès dans 100 cc. d'eau distillée est de sept divisions à l'oléo-réfractomètre. L'examen des résultats du tableau ci-dessus montre que la déviation réfractométrique présente encore au bout de plusieurs semaines une constance presque parfaite.

La constatation de ces résultats ainsi que de ceux de MM. Dubois, Denigès, Bernin, aussi bien que ceux de MM. Kling, Gelin et Lasieur nous conduisent à souhaiter comme la plupart de ces auteurs que le phénol remplace le bichromate de potasse comme conservateur des échantillons de lait dans les prélèvements officiels. L'intérêt de cette pratique serait de permettre l'utilisation de la déviation réfractométrique dans la recherche du mouillage, ce qui représenterait un nouvel avantage sur le procédé au bichromate dans lequel le chimiste se trouve privé de ce précieux moyen d'investigation.

3° La constante de concentration moléculaire simplifiée, dans les laits de la région d'Ambert

L'extrême variabilité dans la proportion de certains éléments constitutifs des laits a incité les chimistes à rechercher des constantes en étudiant le lactosérum.

Winter a montré, dès 1895, que le lait fraîchement trait est en équilibre osmotique parfait avec le sérum sanguin. Il en résulte que le sérum des laits normaux a la même concentration moléculaire que le sérum sanguin de l'animal qui produit le lait. Or cette concentration varie entre des limites très restreintes; d'où l'établissement des constantes physiques, cryoscopie, résistivité, réfractométrie, qui varieront aussi, dans des limites étroites, dans les laits normaux.

Si on dilue les laits par addition d'eau, la concentration moléculaire diminue et les constantes physiques qui en dépendent seront modifiées dans le même sens et dans la même proportion. Toutefois on a trouvé que ces constantes laissent encore trop de marge au mouillage pour des laits riches, chez lesquels cette fraude retentit avec moins d'intensité. La réfractométrie par exemple variant entre 38° et 44°5 pour les laits de notre région, un mouillage de 12 p. 100 ne serait pas décelé à l'oléoréfractomètre, un mouillage de 10 p. 100 donnant une diminution de quatre divisions à l'appareil d'Amagat.

La résistivité électrique est encore moins précise. Lesage et Denigès (1) ont démontré que le lait de vache

(1) C. R. Ac. Sc., 1902.

offre comme résistance spécifique une valeur de 230 à 270 ohms. Un mouillage de 10 % d'après J. Perrin (1) augmentant de 15 à 20 ohms la résistance spécifique.

La cryoscopie est plus précise et d'après M. Stœcklin (2) elle permettrait d'être affirmatif pour un mouillage de 6 %. Mais M. Monnier-Williams (3), dans une étude magistrale de la cryoscopie des laits, en démontre les difficultés d'application qui peuvent rebuter les chimistes peu exercés.

MM. Mathieu et Ferré (4) ont proposé une nouvelle constante aux limites de variation très étroites et dont l'établissement est très simple. Cette détermination est rapidement devenue classique.

Elle consiste à déterminer dans un sérum de lait normal la concentration moléculaire, lactose + chlorures.

Se basant sur une étude du professeur Porcher (de Lyon), qui a nettement établi que les variations des chlorures sont complémentaires de celles du lactose, ces auteurs négligent les autres cristalloïdes, difficiles à évaluer exactement et présentant d'ailleurs moins de variations que le chlorure de sodium.

Au lieu d'exprimer cette constante en molécules, ils l'expriment en poids de lactose hydraté, c'est-à-dire par la somme du poids du lactose hydraté véritablement existant et de l'équivalent isotonique en lactose des chlorures ; cet équivalent est facilement établi en faisant le produit du poids des chlorures exprimés en NaCl par

(1) J. Perrin. — Guide pratique pour l'analyse des laits, 1909.

(2) Annales des falsifications, 1911, p. 262.

(3) Annales des falsifications, 1915, nos 83-84.

(4) Annales des falsifications, janvier 1914.

11,9 (11,9 étant le poids de lactose hydraté équivalent isotoniquement à 1 gr. de chlorures).

Pour plus de précision les auteurs rapportent leur concentration non au litre de lait, mais au litre de lactosérum, c'est-à-dire qu'ils multiplient le nombre trouvé en totalisant chlorures + lactose par $\frac{1}{1-V}$, V étant le volume beurre + caséine. Ces éléments du lait sont essentiellement variables et leur volume total peut osciller pour les laits d'Ambert entre 65 cc. et 105 cc. par litre de lait. Négliger de tenir compte des volumes beurre + caséine risquerait donc d'introduire dans l'évaluation de la C. M. S. une erreur de six unités pour certains laits de notre région.

En tenant compte de ces données et en utilisant les tables de MM. Mathieu et Ferré nous avons calculé la C. M. S. pour les laits de la région d'Ambert.

Nous avons dosé les chlorures par la méthode Charpentier et Volhard en employant une solution N/20 de sulfocyanure pour obtenir plus de précision dans nos dosages, la quantité de chlorures étant très faible dans les laits.

MM. Mathieu et Ferré en 1914 avaient tiré cette conclusion de leurs travaux : que dans leur région (Côte-d'Or, Ain, Saône-et-Loire) la C. M. S. variait entre 74 et 80.

En juillet 1914, dans nos premières recherches nous concluons pour la région du Livradois qu'elle oscillait entre 72 et 80, abaissant ainsi les limites minima proposées par les auteurs.

M. Monnier-Williams en Angleterre (1) donne comme limite 70 à 78.

(1) Annales des falsifications, 1915, p. 296.

M. Mathieu en 1916 (1) a étudié seul la C. M. S. pour les départements de l'Ain, de l'Aube, de la Côte-d'Or, Ille-Marne, Ille-Saône et Saône-et-Loire. Ses résultats confirment les premiers pour la limite minima, mais portent sa limite supérieure à 83.

MM. Sirot et Joret (2) étudient en 1916 les laits de l'Yonne, la Nièvre, la Saône-et-Loire et trouvent comme extrêmes 70 et 80,7.

M. Cazalet (3) donne comme limite de la C. M. S. 69,5 et 79,8 pour les laits de Montpellier, 74,64 à 80,97 pour les laits de l'Hérault et 69 à 74,48 pour les laits de la Lozère.

Pour ces derniers il fait la constatation qu'ils sont peu riches en chlorures.

Nous avons fait la même constatation pour certains laits d'Ambert provenant de la montagne.

Ce fait trouve son explication dans l'alimentation des bovidés, alimentation ordinairement insuffisante en chlorures. Les bovidés sont souvent atteints, dans les fermes des hautes altitudes, d'une maladie appelée le « Picca » qui les pousse à ronger leurs mangeoires et à lécher les murs pour récupérer les chlorures qui leur manquent. L'adjonction de sel marin à leurs aliments suffit à les guérir très rapidement.

Les limites de la C. M. S. que nous avons trouvées dans nos dernières expériences pour la région d'Ambert sont respectivement 70,5 et 80.

(1) Annales des falsifications, 1916, p. 45.

(2) Annales des falsifications, 1916, p. 425.

(3) Thèse de Doctorat en pharmacie (Montpellier, 1918).

C. M. S. de quelques laits d'Ambert

LAITS INDIVIDUELS

N°	Extrait à 100°	Beurre	Caséine	Lactose	NaCl	C. M. S.	Races
1	131.04	40.4	32.4	51.15	1.58	74.9	Ferrandaise
2	138.1	46.3	35.9	48.01	1.3	72.3	—
3	166.9	62	53.8	42.07	2.25	77.8	—
4	168.5	61.8	52.8	45.06	1.65	73.2	—
5	123.5	40.5	32.7	42.4	2.4	73	Jura
6	135.2	43.6	39.6	53.15	1.5	76.4	Ferrandaise
7	131.7	40.5	37.3	46.5	1.99	74.9	—
8	134.7	46.7	35.7	39.4	2.7	77.7	—
9	129.6	39.7	29.7	50.7	1.4	72.3	—
10	157	59.8	42.1	49.8	1.99	80	—
11	127.8	33.8	32.7	53.8	1.52	78	—
12	157.2	60.9	47.2	50.2	1.57	75.7	—
13	133.5	41.7	36.5	46.6	2	74.3	Hollandaise
14	132.8	40.9	36.9	49.4	1.5	73.8	—
15	140.2	53.2	34.5	49.5	1.46	72.3	Holl.-Ferrandaise
16	127.6	33.6	30.1	53.7	1.42	74.8	Hollandaise
17	140.3	48.9	37	46.3	1.75	72.5	Forézienne
18	139.5	42.4	38.2	50.6	1.62	74.3	Normande
19	137.1	40.5	37.3	46.5	1.81	72.7	Salers
20	143	50.4	35.2	48.5	1.7	74	Bretonne

C. M. S. des laits d'Ambert

LAITS DE MÉLANGE

N°	Extrait à 100°	Beurre	Caséine	Lactose	NaCl	C. M. S.	
1	130.9	39.2	36.2	47.1	1.98	75.9	
2	143	46.8	38.8	48.7	1.57	73.7	
3	139.2	51.4	31	46.1	1.82	72.8	
4	147.1	52.2	38.1	49.2	1.73	75.7	
5	130.1	39.2	32.1	49.9	1.97	79	
6	136.7	42.3	36.2	49.6	1.74	79.3	
7	143.2	48.6	38.2	46.6	1.96	77.1	
8	140	49.3	32.2	48.7		74.7	
9	149.3	52.3	44	46.3	1.88	75.2	
10	137	43.2	38.9	48.2	1.71	73.5	
11	136.5	44.4	35.2	48.8	1.6	73.4	
12	129.8	34.2	33.1	51.3	1.51	73.2	
13	137.2	45.1	39.2	46.1	1.81	73.1	
14	136.8	43.7	36.2	49.3	1.67	74.7	
15	142.4	48.1	38.5	46.7	1.89	75.5	
16	133.2	43.4	32.5	48.6	1.62	73.1	
17	136.4	48.2	32.6	46.3	1.98	75	
18	130.1	38.4	32.2	51.2	1.57	72.51	

4° Le lait des vaches au travail

En consultant nos tableaux d'analyses on est frappé par le nombre de laits dont la composition révèle une teneur en beurre et caséine au-dessus de la moyenne.

L'explication de ce fait est la suivante. Dans la région d'Ambert la plupart des vaches travaillent. La propriété est très morcelée et très rares sont les fermes qui peuvent employer uniquement des bœufs ou des chevaux pour les travaux de la ferme.

Dans toutes les petites exploitations les vaches sont à tour de rôle liées au joug. De préférence et autant que faire se peut on utilise au labourage les bêtes qui donnent le moins de lait. Mais le petit nombre de vaches oblige souvent les cultivateurs à les atteler à n'importe quelle période de la lactation.

Pendant les jours où la vache travaille, le lait diminue en quantité et le pourcentage de beurre et de caséine augmente, mais cette augmentation ne compense pas la diminution journalière de la quantité de beurre.

Les trois analyses suivantes démontrent la justesse de nos observations :

1^{re} Expérience. — Vache au repos depuis 4 jours et n'ayant travaillé que trois jours par semaine depuis 15 jours environ. N'a pas travaillé durant l'hiver. Travail de la ferme. Charrue ou transport des engrais et produits. Bête nourrie médiocrement, fourrage seulement et pas en abondance.

Eléments dosés	Lait de vache au repos depuis 4 jours	Lait de la même vache au travail depuis 4 jours	Lait de la même vache au repos depuis 3 jours
Extrait.....	135.5	141.2	134.2
Beurre.....	43.3	48.5	43.8
Caséine.....	31.8	34.2	32.4
Lactose.....	49.5	48.2	48.2
Cendres.....	7.5	7.9	7.8
Quantité de lait.. (en 24 heures)	6 litres	5 litres	6 litres

2^e Expérience. — Vache au repos depuis 6 jours, n'a que très peu travaillé durant l'hiver et n'est utilisée qu'aux travaux de la ferme. Assez bien nourrie.

Eléments dosés	Lait de vache au repos depuis 6 jours	Lait de la même vache au travail depuis 5 jours	Lait de la même vache au repos depuis 2 jours
Extrait.....	135.25	144.75	138.5
Beurre.....	42.7	49.9	45.4
Caséine.....	34.4	36	35.1
Lactose.....	50.1	47.7	48.8
Cendres.....	8.4	8.9	8.7
Quantité de lait.. (en 24 heures)	8 litres	5 litres. 500.	7 litres

3^e Expérience. — Vache travaillant à une exploitation forestière. A vêlé depuis 8 mois. Se repose 2 jours par semaine pour lui maintenir une certaine lactation.

Éléments dosés	Lait de la vache au travail	Lait de la vache au repos depuis 4 jours
Extrait.....	157.1	154.4
Beurre.....	57.3	53.1
Caséine.....	43.2	42.8
Lactose.....	46.2	47.7
Cendres.....	8.3	8.2
Quantité de lait en 24 heures.	3 litres	4 à 5 litres

Quelques producteurs avisés ont soin, pendant la période où ils soumettent leurs vaches à de durs travaux, de leur donner une ration supplémentaire en farine ou en céréales.

En général les bêtes travaillent quatre ou cinq jours et se reposent deux ou trois jours. Grâce à ce repos leur production en lait n'est jamais complètement tarie.

Quelques vaches, trois ou quatre mois après leur vêlage, sont attelées aux chars qui servent à transporter les bois des exploitations forestières.

Le labeur est excessivement pénible et ne se trouve coupé par aucune période de repos. La sécrétion lactée tarit assez vite et on arrive à traire à ces vaches un demi-litre de lait par jour à peine.

Ce lait est excessivement chargé en beurre et caséine. Nous avons cru devoir en donner quatre analyses à titre documentaire.

Eléments dosés	Vache ayant vêlé depuis 8 mois	Vache ayant vêlé dep. 11 mois	Vache ayant vêlé dep. 9 mois	Vache 12 ans ayant vêlé dep. 11 mois
Extrait.....	169	183.6	176	168.4
Beurre.....	74.6	76.8	74.6	61.8
Caséine.....	39.6	53.1	50.1	49.8
Lactose.....	46.2	46	50.2	45
Cendres.....	7.9	7.6	7.8	7.9
Quantité de lait... (en 24 heures)	1 litre	1/2 litre	1/2 litre	3 litres

Les vaches à l'état de gestation ne sont pas exemptes de travail. Elles sont liées au joug jusqu'au dernier mois qui précède le vêlage. Il n'est donc pas surprenant que leur production laitière soit diminuée et c'est ce qui explique la petite quantité de lait que donne en moyenne dans l'année une vache ferrandaïse, et ce qui explique aussi les proportions élevées de beurre et de caséine dans les laits de la région.

CONCLUSIONS

Des recherches exposées ci-dessus il résulte :

1° Que les laits de la région d'Ambert (Puy-de-Dôme) présentent une composition assez spéciale consistant en une richesse particulière en éléments nutritifs, surtout en ce qui concerne le beurre et la caséine.

La raison de ce caractère particulier tient à ce fait que dans la grande généralité des cas la production du lait n'est pas le but principal poursuivi par les éleveurs. Ceux-ci, et autant que la saison le permet, exigent des animaux un travail de ferme continu qui a pour résultat de diminuer notablement le volume de la sécrétion lactée au point de la réduire à quelques litres par 24 heures. Comme conséquence, ces laits s'enrichissent en éléments nutritifs et il n'est pas rare de voir la proportion de l'extrait sec dépasser 140 et même 150 grammes par litre.

2° L'altération des matières protéiques dans les laits bichromatés entraîne une auto-digestion de ces substances, qui les rend partiellement incoagulables par le réactif de Villiers et les maintient en dissolution dans le

lactosérum où on les retrouve par le dosage de l'azote total de ce lactosérum.

3° Le phénol, préconisé par de nombreux auteurs, comme agent conservateur des laits, retarde beaucoup plus efficacement que le bichromate cette hydrolyse de la caséine et conserve à peu près intégralement au lait son pouvoir réfractométrique initial.

4° La constante moléculaire simplifiée des laits de la région d'Ambert varie entre 70.5 et 80.

5° Quelques expériences effectuées sur des laits de vaches soumises à un travail particulièrement intense mettent en évidence la justesse des explications fournies plus haut sur les raisons de la richesse particulière en éléments nutritifs des laits de notre région.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BASSET. — Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux, 1904.
- BERNIN. — Les laits de la Principauté de Monaco (Thèse de Doctorat en pharmacie. Montpellier, 1913).
- BORDAS et TOUPLAIN. — Laiterie (Béranger, éd. Paris, 1913).
- CAZALET. — Les laits de la XVI^e Région et la constante moléculaire simplifiée (Thèse de Doctorat en pharmacie. Montpellier, 1918).
- COTHEREAU. — Etude sur la recherche du mouillage des laits par le réfractomètre (Thèse de doctorat en pharmacie. Paris, 1905).
- DEFRANCE. — Les normes des laits de Montpellier (Thèse de Doctorat en pharmacie. Montpellier, 1908).
- DENIGÈS. — Chimie analytique (2^e édition).
- DIFLOTH (P.). — Races bovines (Baillière, éd. Paris).
- DUBOIS. — Thèse de Doctorat en pharmacie. Bordeaux, 1900).
- DUCROS. — Contribution à l'étude des constantes physiques du lait (Thèse de Doctorat en pharmacie. Montpellier, 1905).
- GÉRARD et BONN. — Traité pratique d'analyses des denrées alimentaires (Paris, 1908).
- GILLIN (P.). — Les Sociétés d'élevage en Auvergne (La vie agricole et rurale, n° 46).

- GOUIRAND. — Considérations sur la recherche du mouillage et de l'écémage dans le lait de vache (Thèse de Doctorat en pharmacie. Montpellier, 1912).
- GRELOT. — Journal de pharmacie et de chimie, t. XXV, p. 369, 1907.
- GROS. — L'extrait du lait privé de sa matière grasse (Annales des falsifications, 1916, p. 39).
- HINARD. — Les laits bichromatés (Annales des falsifications, n° 51, p. 233).
- KLING, GELIN et LASSIEUR. — L'altération des laits bichromatés (Annales des falsifications, n° 67, p. 244).
- LESAGE et DENIGÈS. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1902.
- LESCOEUR. — La densité du lactosérum (Journal de pharmacie et de chimie, t. I, p. 395).
- MATHIEU. — Constante moléculaire simplifiée pour caractériser le mouillage des laits (Annales des falsifications, p. 45, nos 88-89).
- MATHIEU et FERRÉ. — Caractérisation du mouillage des laits par une constante moléculaire simplifiée (Annales des falsifications, janvier 1914).
- MARCAS et HUYGE. — L'influence de l'alimentation des vaches laitières sur la composition du lait. Rapport présenté au 2^e Congrès Belge de l'alimentation (Annales des falsifications, p. 587, n° 37).
- MONNIER-WILLIAMS. — La cryoscopie du lait (Annales des falsifications, p. 296, nos 83-84).
- PERRIN (J.). — Guide pratique pour l'analyse des laits (Baillière, Paris, 1909).
- PORCHER. — Hygiène de la viande et du lait, 1910, p. 410.
- PORCHER et SISLEY. — La laiterie, 9 mai 1914.
- SIROT et JORET. — La constante moléculaire simplifiée des laits de l'Yonne (Annales des falsifications, p. 425, 1916).

STOECKLIN et CROCHETELLE. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, juin 1910).

VILLIERS et BERTAULT. — Bulletin de la Société de chimie, 1898, p. 30.

VILLIERS et COLLIN. — Altérations et falsifications. Aliments lactés et aliments gras, p. 88.

VU ET BON A IMPRIMER :
Montpellier, le 16 juin 1919.
Le Président de la thèse,
Ch. ASTRE.

VU ET APPROUVÉ :
Montpellier, le 17 juin 1919.
Le Directeur de l'École,
G. MASSOL.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 18 juin 1919.
Pour le Recteur,
Le Vice-Président du Conseil de l'Université,
S. DAUTHEVILLE.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE I. — LA PRODUCTION	12
1° Races des vaches de la région d'Ambert	12
2° Nourriture des animaux	14
3° Les étables	20
CHAPITRE II. — LA COMPOSITION DES LAITS	24
1° Les méthodes analytiques	24
2° Les résultats analytiques	34
CHAPITRE III. — QUELQUES POINTS PARTICULIERS DE L'ANA- LYSE DES LAITS	36
1° La déviation réfractométrique dans les laits bichro- matés	36
2° Influence du phénol au point de vue des modifications de l'indice de réfraction	40
3° La constante de concentration moléculaire simplifiée dans les laits de la région d'Ambert	44
4° Le lait des vaches au travail	50
CONCLUSIONS	54
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	57

